



TITLE:

# 磁界共鳴送電の安全性に関する細胞影響評価研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

水野, 公平

---

CITATION:

水野, 公平. 磁界共鳴送電の安全性に関する細胞影響評価研究. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19711>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	水野 公平
論文題目	磁界共鳴送電の安全性に関する細胞影響評価研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、近い将来、身近な生活環境において共鳴送電が実用化されることを踏まえ、そのような環境における共鳴送電の安全性を実験的に検証することを目的として、磁界共鳴送電環境下での細胞培養を可能とする磁界共鳴送電ばく露装置を開発し、それを活用して実際に細胞影響を評価した結果をまとめたものであって、7章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景情報として、さまざまな周波数における電磁界・電磁波の生体影響評価に関する取組や国際機関の動向について紹介するとともに、共鳴送電技術とその安全性に関する取組の現状を記した。それらを踏まえて、研究目的、取組内容について示した。</p> <p>第2章では、無線電力伝送の歴史や共鳴送電技術および電磁誘導に関する技術情報、特に従来技術である電磁誘導との対比などを紹介し、開発、実証試験動向や標準化動向について記した。</p> <p>第3章では、細胞影響評価のための磁界共鳴送電ばく露装置の開発について述べた。CO<sub>2</sub> インキュベータ内での磁界共鳴送電を実現するために、最初に数値解析を用いて基本設計に取り組んだ後、その結果を踏まえて実際に装置製作を行い、共鳴送電特性、電磁ばく露環境、細胞培養環境の観点から適正を確認した。共鳴送電特性は共振周波数 12.5MHz において 85.4%の送電効率を達成している。また、細胞培養皿部における電磁ばく露環境は、ICNIRP ガイドライン（磁界強度 80A/m、職業者ばく露）に対して、磁界強度 170A/m 程度と 2 倍程度のレベルが得られている。ばく露装置の細胞培養環境の安定性は、製作した共鳴送電ばく露装置において、共鳴送電を行っていない状況下で実際にヒトの細胞を培養し、細胞の基本動態である細胞増殖能および細胞周期分布を指標に評価することで確認した。</p> <p>第4章では、細胞増殖能および細胞周期分布を指標に、磁界共鳴送電ばく露の細胞影響評価に取り組んだ。開発した磁界共鳴送電ばく露装置を用いて、共鳴送電を行っている状況下においてヒトの細胞を培養し、細胞増殖能および細胞周期分布を評価した。また、細胞培養安定性が確認できている他の CO<sub>2</sub> インキュベータで培養した細胞から得られた評価結果と比較し、両者に有意な差異が見られなかった。この結果から、開発した共鳴送電ばく露装置で発生する共鳴送電環境が、細胞基本動態に影響を及ぼさないことが確認できた。</p> <p>第5章では、外的要因により遺伝情報に変化が与えられたことを示すことができる遺伝毒性を指標とし、磁界共鳴送電ばく露の影響評価に取り組んだ。共鳴送電を行っている状況下においてヒト由来の細胞を培養し、遺伝毒性のうち、染色体レベルの変化、DNA レベルの変化、遺伝子レベルの変化の観点から、それぞれ、小核試験、コメットアッセイ、突然変異誘発試験という手法を用いて試験を行った。共鳴送電ばく露装置内で培養された細胞より得られたそれぞれの遺伝毒性の試験結果と、他の CO<sub>2</sub> インキュベータで培養された細胞における試験結果とは、比較の結果有意な差異は見られなかった。この結果から、共鳴送電環境が、遺伝毒性に影響を及ぼさないことが確認できた。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	水野 公平
<p>第6章では、前章の遺伝毒性に対し、非遺伝毒性の影響である細胞応答機能を指標として、外的要因によるストレス、特に熱ストレスにおいて発現する熱ショックたんぱく質の発現量を指標として磁界共鳴送電ばく露の影響評価に取り組んだ。共鳴送電下で培養された細胞における発現量は、他のCO<sub>2</sub>インキュベータで培養された細胞から得られた発現量と比較して有意な差異は見られなかった。以上から、開発した共鳴送電ばく露装置の共鳴送電環境が、熱ショックたんぱく質に関する遺伝子発現に影響を及ぼさないことが確認できた。</p> <p>第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、身近な生活環境における共鳴送電の実用に向けて、その安全性を実験的に検証することを目的として、細胞影響評価のための磁界共鳴送電ばく露装置を開発し、それを用いて実際にヒトの細胞に対する影響を評価した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 磁界共鳴送電の細胞影響評価を実施するための、磁界共鳴送電ばく露装置を開発した。装置製作に先立ち、共鳴送電特性をシミュレーションにより検証し、金属箱による限られた閉空間内外での送電特性の変化を検証するとともに、更に電磁環境のレベル・均一性を考慮して最適な寸法を選択している。
2. シミュレーションによる検証結果に基づき装置製作に取り組み、共鳴送電特性等を確認した。送電効率、共振周波数 12.5MHz において 85.4%、細胞培養位置における磁界強度は 170A/m (国際非電離放射線防護委員会の定めるガイドライン 80A/m の約 2 倍) である。
3. 製作した磁界共鳴送電ばく露装置の中で、共鳴送電を行っていない状況下で実際に細胞を培養し、細胞増殖能力や周期分布といった基本動態を指標に検証を行い、製作した装置が適切な細胞培養安定性を保持していることを確認した。
4. 開発した共鳴送電ばく露装置を用いて、実際に磁界共鳴送電の細胞影響評価に取り組んだ。細胞影響評価の指標には、細胞基本動態 (細胞増殖能、細胞周期分布)、がんに至る可能性を有する遺伝毒性 (染色体異常、DNA 損傷、遺伝子突然変異) さらに非遺伝毒性である細胞応答の観点からストレスたんぱく質発現というように広い範囲を指標とし、それぞれの指標ごとに、他の安定した細胞培養環境で培養された細胞サンプルで得られた結果と比較して、いずれの指標、条件においても有意な差異は見られないことを確認した。

以上、要するに本論文は、磁界共鳴送電の安全性を実験的に検証するため、必要となる共鳴送電装置の開発に成功するとともに、それを用いて細胞影響評価に取り組み、細胞への共鳴送電の影響が生じないことを見出したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 28 年 2 月 19 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。